



INFORME COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL

1. OBJETIVOS.-

1.1. GENERAL:

- Validar la ecuación de dilatación lineal para bajos rangos de temperatura en materiales isotrópicos.

1.2. ESPECÍFICOS:

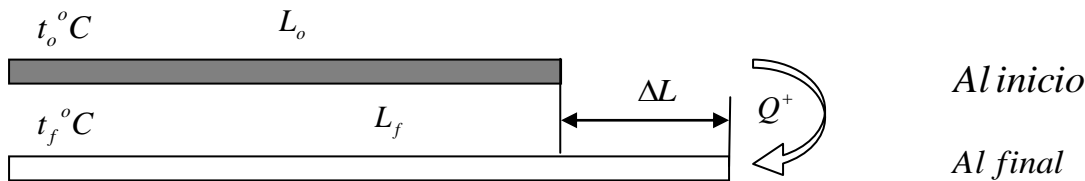
- Encontrar el coeficiente de dilatación lineal del cobre y aluminio.
- Tomar lecturas de las variaciones de temperatura.
- Tomar lecturas de la variación de longitud de cada barra.
- Graficar la dilatación.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los materiales se expanden cuando son calentados en un rango de temperatura donde no ocurren cambios de fase. Esto se explica por la separación de los átomos del material cuando éste es calentado.

Consideremos la varilla:



Al darle calor Q^+ a la varilla de longitud L_o ésta aumenta hasta L_f y su temperatura también desde t_o en $^\circ\text{C}$, hasta t_f en $^\circ\text{C}$.

Para el cálculo de la deformación usamos la siguiente ecuación:

$$\Delta L = \alpha L_o \Delta t$$

La constante de proporcionalidad de la dilatación es el coeficiente de dilatación α que nos expresa la variación de en la unidad de longitud que experimenta un cuerpo cuando su temperatura aumenta en $1 \text{ } ^\circ\text{C}$. Este coeficiente no depende de la dirección de la expansión, aunque puede depender de la temperatura. En materiales isotrópicos como los del experimento, y con los rangos de temperatura con los que trabajaremos, este coeficiente se mantiene prácticamente constante.



2.2. DILATACIÓN TÉRMICA

La dilatación es una parte de la Física que estudia el aumento que experimenta un cuerpo en sus dimensiones por acción del calor es decir por el cambio de temperatura producido.

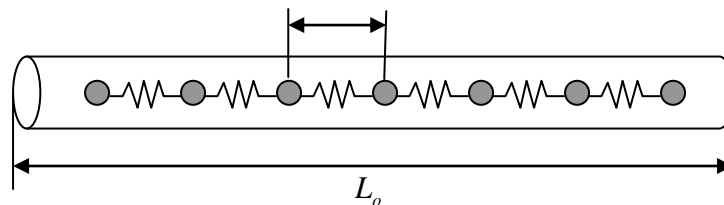
La dilatación depende de la variación de la temperatura, de la longitud y de la calidad (propiedades) del material, cada material tiene su propio coeficiente de dilatación.

La temperatura aplicada a los cuerpos causa dos efectos en sólidos líquidos y gases que son:

- La dilatación (positiva o negativa).
- Tensiones mecánicas de origen térmico.

El fenómeno térmico de nuestro estudio será la dilatación.

Para analizar este fenómeno térmico vamos a esbozar el siguiente modelo molecular de una varilla metálica



Para este ejemplo vemos que una esferita representa una molécula y el resorte a la forma de cómo van a interactuar las moléculas.

Si calentamos uniformemente la varilla esta recibe calor por lo cual las moléculas van a vibrar con mayor intensidad, es decir van a tener mayor energía cinética, lo cual a su vez implicará un cambio de temperatura del sistema molecular.

Con el aumento de vibración molecular las moléculas se separan y al separarse más disminuye la interacción entre ellas y por consiguiente aumenta la energía potencial intermolecular en todo el sistema.

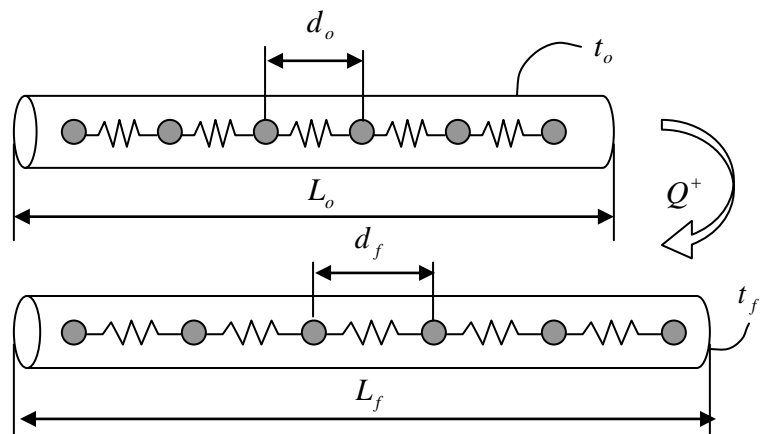
En nuestro ejemplo al alejarse las moléculas, aumenta la deformación del resorte y por consiguiente aumenta la energía potencial.

Un alejamiento molecular va a generar un alargamiento de la varilla, fenómeno que es denominado Dilatación Térmica.

Al inicio con la temperatura baja:

A esta varilla se suministra Q en calorías aumenta su temperatura y se dilata.

Donde:





$$d_o < d_f \quad \text{Y} \quad t_o < t_f$$

Q : Es el calor transmitido a la varilla

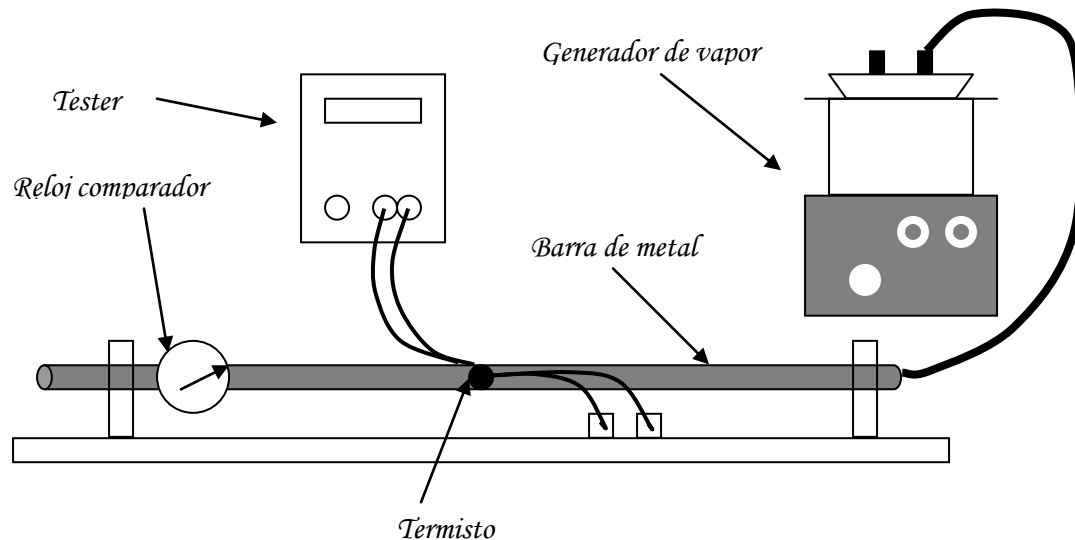
d_o : Separación entre moléculas al inicio.

d_f : Separación de las moléculas luego de suministrar calor a la varilla.

t_o : Temperatura inicial de la varilla.

t_f : Temperatura final las moléculas de la varilla aumentan su energía interna por el efecto del calor.

2.3. MATERIAL DE LABORATORIO



Para obtener lecturas de ΔL para cada ΔT , requerimos instrumentos de medida de rápida respuesta, por lo cual se utilizará al reloj comparador (calibre tipo reloj), para la medida de ΔL . Pero para la medida de ΔT se utilizará otros métodos indirectos.

Los cuerpos poseen la propiedad resistividad " ρ ", ésta se refiere a la oposición que ofrecen al paso de corriente eléctrica, y esta propiedad varía con la temperatura.

Además de la resistividad que es una propiedad propia de cada material, las características geométricas del cuerpo son importantes para determinar la resistencia total " R ", según:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Donde: R : resistencia en $[\Omega]$

ρ : resistividad en $[\Omega m]$

L : distancia entre los puntos de medida en $[m]$

A : la sección transversal del cuerpo en $[m^2]$.

En el presente experimento, se utilizará un termistor para la medida de la temperatura del tubo, conectándolo al mismo con una tuerca y midiendo con el ohmímetro del multímetro el valor de su resistencia, para así hallar la temperatura mediante tablas.



3. METÓDICAS EXPERIMENTALES

3.1. EQUIPOS Y MATERIALES

- Dilatómetro incluye:
 - Una base para soportar tubos de los cuales se desea encontrar el coeficiente de dilatación lineal.
 - Tres tubos de cobre, hierro galvanizado y aluminio con rosca para conectar el termistor.
 - Termistor conectado a bornes para conexión al multímetro.
 - Reloj Comparador.
- Generador de vapor con manguera de conexión al tubo.
- Multímetro para medir la resistencia del termistor.
- Recipiente para recibir agua que drenan los tubos y su manguera de conexión.
- Cinta métrica.

3.2. PROCEDIMIENTO

3.2.1. PROCEDIMIENTO PREVIO

- 1) Es importante familiarizarse con el calibre tipo reloj, que se emplea para medir la variación de longitud. Se debe verificar:
 - Qué distancia corresponde a una vuelta del marcador.
 - Cuál es el rango de medida del ΔL .
 - Como posicionar el cero del reloj.
- 2) Hay que familiarizarse con el uso del termistor y el ohmímetro.
- 3) Verter agua al generador de vapor y encenderlo.
- 4) Conectar la manguerita al niple de la tapa y al tubo de prueba, para que éste reciba vapor.
- 5) Después de verificar la temperatura correcta del tubo (antes de la temperatura de ebullición del agua) y el uso correcto del reloj, desconectar la manguera del tubo para que éste se enfríe.
- 6) Registrar en ese instante:
 - L_1 : con una regla graduada, la distancia entre el extremo fijo del resorte y el libre del tope.
 - R_1 : con el multímetro, la resistencia del termistor.
 - ΔL : posicionar en cero el reloj comparador.

3.2.2. OBTENCIÓN DE MEDIDAS DE LAS VARIABLES

- 1) Mientras se enfría el tubo se debe sincronizar la lectura del calibre tipo reloj y el multímetro.
- 2) Registrar los pares de datos (R , ΔT)
- 3) Cuando el tubo está a temperatura próxima a la del ambiente, esta se estabiliza y la adquisición de datos habrá terminado con el tubo.



- 4) Repita todo el procedimiento desde el calentamiento con los tubos de otro material cuyo coeficiente de dilatación lineal se quiera determinar.

4. DATOS, CÁLCULOS Y RESULTADOS

4.1. DATOS

Material: Aluminio.

Parámetros o constantes

Medida directa

L_1 (longitud del tubo antes de enfriar) 70.50 cm

R_1 (Resistencia del termistor antes de enfriar) 15.30 $k\Omega$

Medida indirecta

T_1 (obtenida de tablas) 70.36 $^{\circ}C$

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R_i [$k\Omega$]	28.00	38.00	48.00	58.00	68.00	78.00	88.00	98.00	108.0
ΔL_i [mm]	0.470	0.600	0.710	0.790	0.847	0.900	0.938	0.970	0.999

Material: Cobre.

Parámetros o constantes

Medida directa

L_1 (longitud del tubo antes de enfriar) 70.50 cm

R_1 (Resistencia del termistor antes de enfriar) 16.00 $k\Omega$

Medida indirecta

T_1 (obtenida de tablas) 69.14 $^{\circ}C$

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R_i [$k\Omega$]	28.00	38.00	48.00	58.00	68.00	78.00	88.00	98.00	108.0
ΔL_i [mm]	0.265	0.380	0.450	0.500	0.548	0.580	0.612	0.640	0.661

4.2. CÁLCULOS

- 1) Determine el valor de las temperaturas en el tubo a partir de los valores de resistencia eléctrica obtenidas con el multímetro. Para ello debe hacer uso de la tabla proporcionada por los fabricantes del termistor.
- 2) Interpolación: Para hallar valores de temperatura intermedios a los que aparecen en la tabla anterior basta suponer que la curva se comporta de manera lineal en intervalos pequeños. Así por ejemplo, si obtenemos el valor R para la resistencia, la temperatura T_i estará entre las temperaturas T_{i-1} y T_{i+1} , asociadas a los valores de resistencia consecutivos R_{i-1} y R_{i+1} , de la tabla tales que $R_{i-1} > R_i > R_{i+1}$. Suponiendo linealidad para intervalos pequeños, se obtiene la siguiente expresión que nos recuerda a la ecuación de la recta con dos puntos conocidos de la geometría analítica.



$$\frac{T_i - T_{i-1}}{R_i - R_{i-1}} = \frac{T_{i+1} - T_{i-1}}{R_{i+1} - R_{i-1}}$$

Es decir

$$T_i = \left[\frac{T_{i+1} - T_{i-1}}{R_{i+1} - R_{i-1}} * (R_i - R_{i-1}) \right] + T_{i-1}$$

Opcionalmente puede realizar un ajuste por regresión de los puntos de la tabla 1 para obtener una ecuación exponencial y emplearla para encontrar los valores de T_i , mediante el uso de la ecuación obtenida.

Usando la interpolación de medios geométricos, con la tabla 1 y las tablas de R vs L se obtienen las nuevas tablas:

ALUMINIO

n	T [°C]	ΔL [mm]
1	54.53	0.470
2	47.00	0.600
3	41.44	0.710
4	37.06	0.790
5	33.46	0.847
6	30.40	0.900
7	27.76	0.938
8	25.44	0.970
9	23.37	0.999

COBRE

n	T [°C]	ΔL [mm]
1	54.53	0.265
2	47.00	0.380
3	41.44	0.450
4	37.06	0.500
5	33.46	0.548
6	30.40	0.580
7	27.76	0.612
8	25.44	0.640
9	23.37	0.661

- 3) Regresión lineal de la forma: $y = a + bx$ o $\Delta L = k \Delta T$, con n medidas, donde ΔL_i y ΔT_i son: $L_1 - L_i$ y $T_1 - T_i$ respectivamente.

▪ Para el aluminio:

n	T [°C]	ΔL [m]	ΔT_i	ΔT_i^2	$\Delta T_i \Delta L_i$	ΔL_i^2
1	54,530	0,000470	15,830	250,5889	0,0074	2,209E-07
2	47,000	0,000600	23,360	545,6896	0,0140	3,600E-07
3	41,440	0,000710	28,920	836,3664	0,0205	5,04E-07
4	37,060	0,000790	33,300	1108,8900	0,0263	6,241E-07
5	33,460	0,000847	36,900	1361,6100	0,0313	7,174E-07
6	30,400	0,000900	39,960	1596,8016	0,0360	8,100E-07
7	27,760	0,000938	42,600	1814,7600	0,0400	8,798E-07
8	25,440	0,000970	44,920	2017,8064	0,0436	9,409E-07
9	23,370	0,000999	46,990	2208,0601	0,0469	9,980E-07
Σ	320,460	0,007224	312,780	11740,5730	0,2660	6,055E-06

$$\Delta L = \frac{\sum \Delta T_i^2 \sum \Delta L_i - \sum \Delta T_i \sum \Delta L_i \Delta T_i}{n \sum \Delta T_i^2 - (\sum \Delta T_i)^2} + \frac{n \sum \Delta T_i \Delta L_i - \sum \Delta T_i \sum \Delta L_i}{n \sum \Delta T_i^2 - (\sum \Delta T_i)^2} * \Delta T$$



$$\Delta L = \frac{11740.5730 * 0.007224 - 312.780 * 0.2660}{9 * 11740.5730 - (312.780)^2} + \frac{9 * 0.2660 - 312.780 * 0.007224}{9 * 11740.5730 - (312.780)^2} * \Delta T$$

$$\boxed{\Delta L = 2.061 * 10^{-4} + 1.717 * 10^{-5} \Delta T}$$

$$r = \frac{n \sum \Delta L_i \Delta T_i - \sum \Delta T_i \sum \Delta L_i}{\sqrt{[n \sum \Delta T_i^2 - (\sum \Delta T_i)^2] * [n \sum \Delta L_i^2 - (\sum \Delta L_i)^2]}}$$

$$r = \frac{9 * 0.2660 - 312.780 * 0.007224}{\sqrt{[9 * 11740.5730 - (312.780)^2] * [9 * 6.055 * 10^{-6} - (0.007224)^2]}}$$

$$\boxed{r = 0.999}$$

▪ Para el cobre:

n	T [°C]	ΔL [mm]	ΔT_i	ΔT_i^2	$\Delta T_i \Delta L_i$	ΔL_i^2
1	54,530	0,000265	14,610	213,4521	0,0039	7,023E-08
2	47,000	0,000380	22,140	490,1796	0,0084	1,444E-07
3	41,440	0,000450	27,700	767,2900	0,0125	2,025E-07
4	37,060	0,000500	32,080	1029,1264	0,0160	2,500E-07
5	33,460	0,000548	35,680	1273,0624	0,0196	3,003E-07
6	30,400	0,000580	38,740	1500,7876	0,0225	3,364E-07
7	27,760	0,000612	41,380	1712,3044	0,0253	3,745E-07
8	25,440	0,000640	43,700	1909,6900	0,0280	4,096E-07
9	23,370	0,000661	45,770	2094,8929	0,0303	4,369E-07
Σ	320,460	0,004636	301,800	10990,7854	0,1664	2,525E-06

$$\Delta L = \frac{10990.7854 * 0.004636 - 301.800 * 0.1664}{9 * 10990.7854 - (301.800)^2} + \frac{9 * 0.1664 - 301.800 * 0.004636}{9 * 10990.7854 - (301.800)^2} * \Delta T$$

$$\boxed{\Delta L = 9.367 * 10^{-5} + 1.257 * 10^{-5} \Delta T}$$

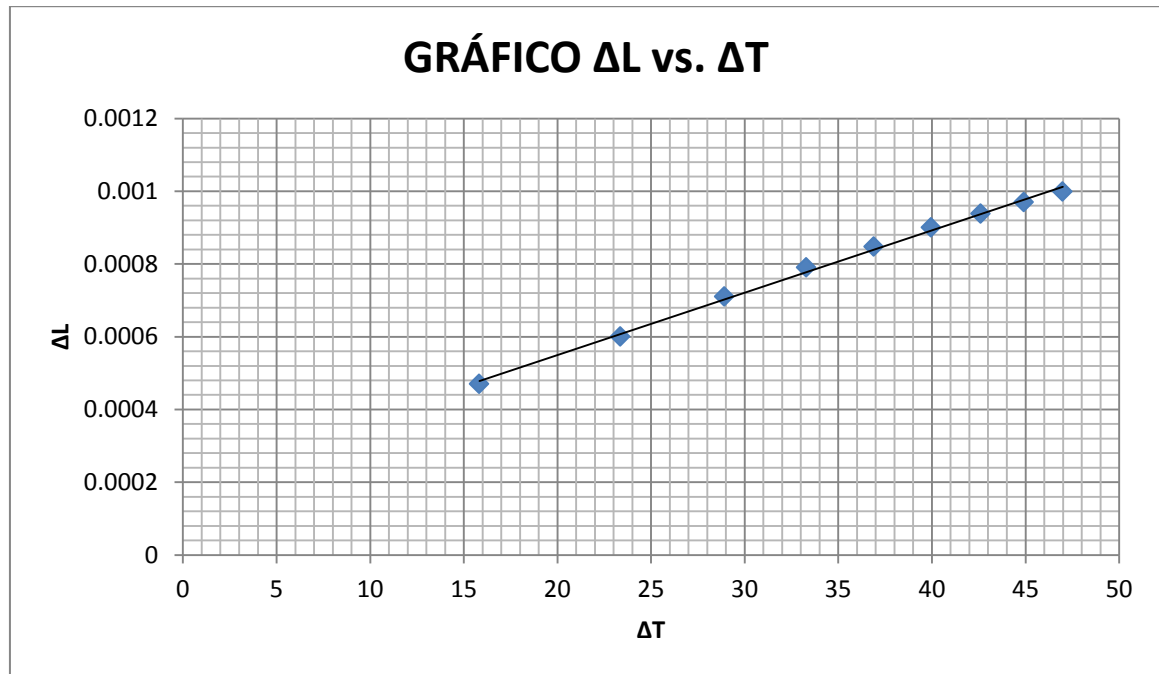
$$r = \frac{9 * 0.1664 - 301.800 * 0.004636}{\sqrt{[9 * 10990.7854 - (301.800)^2] * [9 * 2.525 * 10^{-6} - (0.004636)^2]}}$$

$$\boxed{r = 0.999}$$

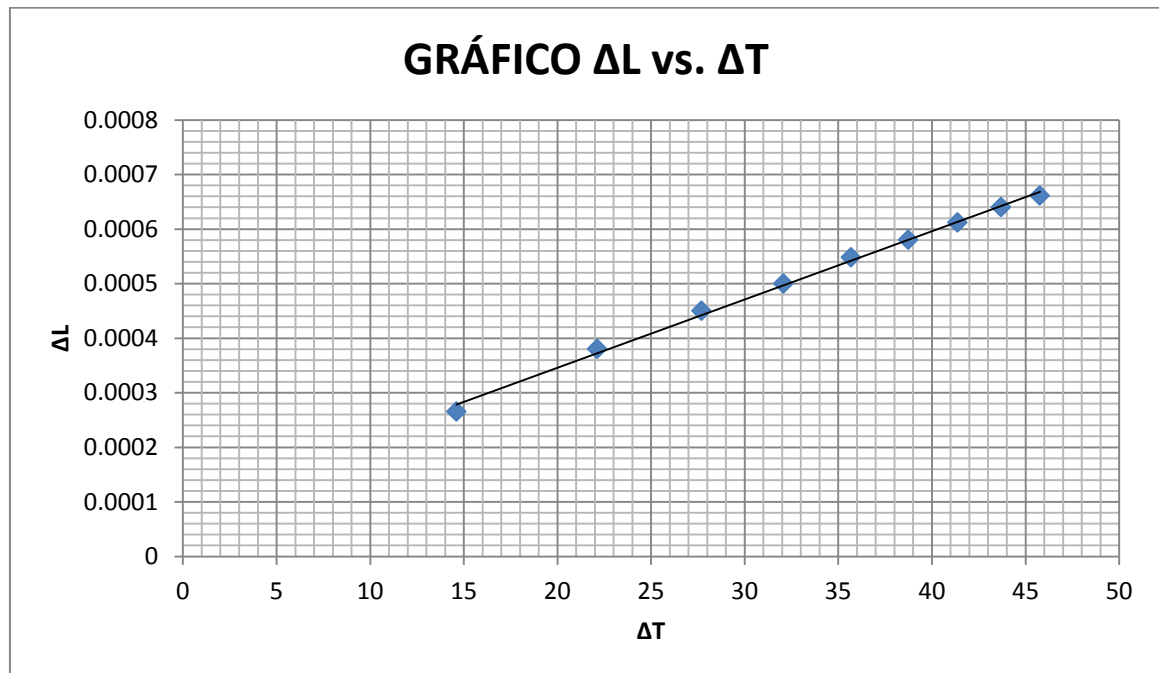
- 4) Trace un solo gráfico ΔL vs ΔT , registre los valores determinados experimentalmente, la recta ajustada a dichos valores y el ΔL vs ΔT teórico (α referencial indicados en la hipótesis).



▪ Para el aluminio:



▪ Para el cobre:



5) De la ecuación $\Delta L = a + b \Delta T$, donde a debe ser cero se emplea para validar la ecuación de dilatación lineal y $b = k$ para determinar el valor de α .



▪ **Para el aluminio:**

$$K = \alpha * L_1 \rightarrow \alpha = \frac{K}{L_1}$$

$$\alpha_{Al} = \frac{1.717 * 10^{-5}}{0.705}$$

$$\alpha_{Al} = 2.435 * 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

▪ **Para el cobre:**

$$\alpha_{Cu} = \frac{1.257 * 10^{-5}}{0.705}$$

$$\alpha_{Cu} = 1.783 * 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Se empleará el estadístico de Student:

$$t_{calc} = \frac{|a - 0|}{s_a}$$

Donde:

$$s_a = s_{\Delta L / \Delta T} * \sqrt{\frac{\sum \Delta T_i^2}{n \sum \Delta T_i^2 - (\sum \Delta T_i)^2}}$$

$$s_{\Delta L / \Delta T} = \sqrt{\frac{\sum [(a + b * \Delta T_i) - \Delta L]^2}{n - 2}} = \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{n - 2}}$$

Como el análisis de colas se busca en tablas: t de tablas $t_{\frac{\alpha}{2}, n-2}$

Para no rechazar H_0 , debe cumplirse:

$$t_{calculado} < t_{tablas}$$

De lo contrario se rechaza H_0 es decir no es válida la ecuación de dilatación lineal porque el procedimiento presenta error sistemático. Se sugiere emplear una significancia

$$\frac{\alpha}{2} = 0,005 \text{ (dos colas)}$$

1) PRUEBA PARA EL ALUMINIO

▪ **Obtención de K teórico y experimental:**

El K experimental es la pendiente de la recta ajustada:

$$K_{exp} = 1.717 * 10^{-5}$$

El K teórico se calcula mediante:

$$K_{teo} = \alpha_{ref} * L_1; \alpha_{ref} = 2.36 * 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$K_{teo} = 2.36 * 10^{-5} * 0.705 = 1.664 * 10^{-5}$$

▪ **Para la ordenada:**

▪ **Formulación de la hipótesis:**

Hipótesis nula: $H_0: a=0$



Hipótesis alternativa: $H_1: a \neq 0$

- Selección del estadístico:

Se utilizará t de Student: $t(\alpha/2; v) = t(0,005; 7) = t_{\text{tablas}} = 3.4995$

- Cálculo del estadístico:

Si $e_i = (2.061 * 10^{-4} + 1.717 * 10^{-5} \Delta T) - \Delta L_i$:

$\Delta L [m]$	ΔT_i	ΔT_i^2	$\Delta T_i \Delta L_i$	ΔL_i^2	e_i	e_i^2
0,000470	15,830	250,5889	0,0074	2,209E-07	7,901E-06	6,243E-11
0,000600	23,360	545,6896	0,0140	3,600E-07	7,191E-06	5,171E-11
0,000710	28,920	836,3664	0,0205	5,04E-07	-7,344E-06	5,393E-11
0,000790	33,300	1108,8900	0,0263	6,241E-07	-1,214E-05	1,474E-10
0,000847	36,900	1361,6100	0,0313	7,174E-07	-7,327E-06	5,368E-11
0,000900	39,960	1596,8016	0,0360	8,100E-07	-7,787E-06	6,063E-11
0,000938	42,600	1814,7600	0,0400	8,798E-07	-4,580E-07	2,098E-13
0,000970	44,920	2017,8064	0,0436	9,409E-07	7,376E-06	5,441E-11
0,000999	46,990	2208,0601	0,0469	9,980E-07	1,392E-05	1,937E-10
Σ 0,007224	312,780	11740,5730	0,2660	6,055E-06	1,333E-06	6,781E-10

$$s_{\Delta L / \Delta T} = \sqrt{\frac{\sum [(a + b * \Delta T_i) - \Delta L]^2}{n - 2}} = \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{9 - 2}}$$

$$s_{\Delta L / \Delta T} = \sqrt{\frac{6.781 * 10^{-10}}{7}} = 9.842 * 10^{-6}$$

$$s_a = s_{\Delta L / \Delta T} * \sqrt{\frac{\sum \Delta T_i^2}{n \sum \Delta T_i^2 - (\sum \Delta T_i)^2}}$$

$$s_a = 9.842 * 10^{-6} * \sqrt{\frac{11740.573}{9 * 11740.573 - (312.780)^2}}$$

$$s_a = 1.205 * 10^{-5}$$

$$t_{\text{calc}} = \frac{|a - 0|}{s_a}$$

$$t_{\text{calc}} = \frac{|2.061 * 10^{-4} - 0|}{1.205 * 10^{-5}} = 17.105$$

- Decisión

$$t_{\text{calc}} = 17.105$$

$$t_{\text{tablas}} = 3.4995$$

$$t_{\text{calculado}} > t_{\text{tablas}}$$

Se acepta la hipótesis alternativa $a \neq 0$, entonces se comprueba que la gráfica no corta a la ordenada en cero.

- Para la pendiente:

- Formulación de la hipótesis:



Hipótesis nula: $H_0: K=1.717 \cdot 10^{-5}$

Hipótesis alternativa: $H_1: K \neq 1.717 \cdot 10^{-5}$

▪ Selección del estadístico:

Se utilizará t de Student: $t(\alpha/2; \nu) = t(0,005; 7) = t_{\text{tablas}} = 3.4995$

▪ Cálculo del estadístico:

$$S_b = \frac{S_{\Delta L / \Delta T}}{\sqrt{\sum \Delta T_i^2 - \frac{1}{n} (\sum \Delta T_i)^2}}$$

$$S_b = \frac{9.842 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{11740.573 - \frac{1}{9} (312.780)^2}}$$

$$S_b = 3.336 \cdot 10^{-7}$$

$$t_{\text{calculado}} = \frac{|k_{\text{exp}} - k_{\text{teo}}|}{S_b}$$

$$t_{\text{calculado}} = \frac{|1.717 \cdot 10^{-5} - 1.664 \cdot 10^{-5}|}{3.336 \cdot 10^{-7}}$$

$$t_{\text{calculado}} = 1.5887$$

▪ Decisión

$$t_{\text{calculado}} = 1.5887$$

$$t_{\text{tablas}} = 4.5407$$

$$t_{\text{calculado}} < t_{\text{tablas}}$$

Se acepta la hipótesis nula, entonces $K=1.717 \cdot 10^{-5}$.

2) PRUEBA PARA EL COBRE

▪ Obtención de K teórico y experimental:

El K experimental es la pendiente de la recta ajustada:

$$K_{\text{exp}} = 1.257 \cdot 10^{-5}$$

El K teórico se calcula mediante:

$$K_{\text{teo}} = \alpha_{\text{ref}} \cdot L_1; \alpha_{\text{ref}} = 1.66 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$K_{\text{teo}} = 1.66 \cdot 10^{-5} \cdot 0.705 = 1.170 \cdot 10^{-5}$$

▪ Para la ordenada:

▪ Formulación de la hipótesis:

Hipótesis nula: $H_0: a=0$

Hipótesis alternativa: $H_1: a \neq 0$

▪ Selección del estadístico:

Se utilizará t de Student: $t(\alpha/2; \nu) = t(0,005; 7) = t_{\text{tablas}} = 3.4995$

▪ Cálculo del estadístico:

Si $e_i = (9.367 \cdot 10^{-5} + 1.257 \cdot 10^{-5} \Delta T) - \Delta L_i$:



$\Delta L[m]$	ΔT_i	ΔT_i^2	$\Delta T_i \Delta L_i$	ΔL_i^2	e_i	e_i^2
0,000265	14,610	213,4521	0,0039	7,023E-08	1,232E-05	1,517E-10
0,000380	22,140	490,1796	0,0084	1,444E-07	-8,030E-06	6,448E-11
0,000450	27,700	767,2900	0,0125	2,03E-07	-8,141E-06	6,628E-11
0,000500	32,080	1029,1264	0,0160	2,500E-07	-3,084E-06	9,514E-12
0,000548	35,680	1273,0624	0,0196	3,003E-07	-5,832E-06	3,402E-11
0,000580	38,740	1500,7876	0,0225	3,364E-07	6,318E-07	3,992E-13
0,000612	41,380	1712,3044	0,0253	3,745E-07	1,817E-06	3,300E-12
0,000640	43,700	1909,6900	0,0280	4,096E-07	2,979E-06	8,874E-12
0,000661	45,770	2094,8929	0,0303	4,369E-07	7,999E-06	6,398E-11
Σ 0,004636	301,800	10990,7854	0,1664	2,525E-06	6,560E-07	4,026E-10

$$s_{\Delta L/\Delta T} = \sqrt{\frac{\sum [(a + b * \Delta T_i) - \Delta L]^2}{n - 2}} = \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{9 - 2}}$$

$$s_{\Delta L/\Delta T} = \sqrt{\frac{4.026 * 10^{-10}}{7}} = 7.584 * 10^{-6}$$

$$s_a = s_{\Delta L/\Delta T} * \sqrt{\frac{\sum \Delta T_i^2}{n \sum \Delta T_i^2 - (\sum \Delta T_i)^2}}$$

$$s_a = 7.584 * 10^{-6} * \sqrt{\frac{10990.7854}{9 * 10990.7854 - (301.80)^2}}$$

$$s_a = 8.983 * 10^{-6}$$

$$t_{calc} = \frac{|a - 0|}{s_a}$$

$$t_{calc} = \frac{|9.367 * 10^{-5} - 0|}{8.983 * 10^{-6}} = 10.427$$

▪ Decisión

$$t_{calc} = 10.427$$

$$t_{tablas} = 3.4995$$

$$t_{calculado} > t_{tablas}$$

Se acepta la hipótesis alternativa $a \neq 0$, entonces se comprueba que la gráfica no corta a la ordenada en cero.

▪ Para la pendiente:

▪ Formulación de la hipótesis:

Hipótesis nula: $H_0: K = 1.170 * 10^{-5}$

Hipótesis alternativa: $H_1: K \neq 1.170 * 10^{-5}$

▪ Selección del estadístico:

Se utilizará t de Student: $t(\alpha/2; \nu) = t(0,005; 7) = t_{tablas} = 3.4995$



▪ Cálculo del estadístico:

$$S_b = \frac{S_{\Delta L/\Delta T}}{\sqrt{\sum \Delta T_i^2 - \frac{1}{n} (\sum \Delta T_i)^2}}$$

$$S_b = \frac{7.584 * 10^{-6}}{\sqrt{10990.7854 - \frac{1}{9} (301.80)^2}}$$

$$S_b = 2.571 * 10^{-7}$$

$$t_{calculado} = \frac{|k_{exp} - k_{teo}|}{S_b}$$

$$t_{calculado} = \frac{|1.257 * 10^{-5} - 1.170 * 10^{-5}|}{2.571 * 10^{-7}}$$

$$t_{calculado} = 3.384$$

▪ Decisión

$$t_{calculado} = 3.3839$$

$$t_{tablas} = 3.4995$$

$$t_{calculado} < t_{tablas}$$

Se acepta la hipótesis nula, entonces $K=1.170*10^{-5}$.

5. CONCLUSIONES

Se logro validar la ecuación de dilatación lineal a cierto grado, mediante las dos experiencias que tuvimos en el laboratorio. No fue del todo satisfactorio, porque no se pudo comprobar que las gráficas cortaban en la ordenada cero (una parte no paso la prueba de hipótesis que fue que a sea igual a 0), y esto se debió a que el reloj comparador no fue correctamente establecido en cero al iniciar la toma de datos.

Se pudo haber disminuido aún mucho mas el error si es que se hubieran tomado muchas más mediciones, y además haber sido más cuidadosos al obtener datos, para no haber cometido errores aleatorios.

Sin embargo, se pudo obtener correctamente los valores de α y se validó con la prueba de hipótesis, por lo tanto la ecuación es válida.

6. BIBLIOGRAFÍA:

- FLORES, Febo. "Guía de experimentos de física básica II" 2010.
- ALVAREZ-HUAYTA, "Prácticas de física I", 5ª edición. Editorial Catacora. 2012.
- SERWAY-BEICHNER, "Física I", Quinta edición. 2000.
- RESNICK – HALLIDAY – KRANE. "Física Universitaria" .